



Metode valuasi ekonomi dalam pengambilan kebijakan lingkungan di sektor pertambangan

FARCHANI PUTRI YUNIAR^{1*}

¹ Program Studi Ilmu Lingkungan, Sekolah Ilmu Lingkungan, Indonesia

*Correspondence: farchani.putri@ui.ac.id

Received Date: January 27, 2024

Accepted Date: January 31, 2024

ABSTRACT

The mining sector is a strategic pillar of national economic development. This sector provides a multiplier effect on people's lives but also has the potential for negative impacts on the environment. Economic valuation of natural resources and the environment is needed to determine the quantitative value of the goods and services produced. The purpose of writing this paper is to analyse the comparison of the use of economic valuation methods in environmental policymaking in the mining sector. Literature studies were carried out to look for references in the form of journals that were considered relevant to the purpose of the writing. Economic valuation methods such as cost-benefit analysis (CBA), real option valuation (ROV), and net present value (NPV) are crucial in the context of policymaking in the mining sector. These three methods can be used together or separately, depending on the context and characteristics of the project. The government and mining companies in Indonesia can utilise CBA for general policies, NPV for projects with a low level of uncertainty, and ROV for projects with a high level of uncertainty. The use of appropriate methods will provide a strong foundation for sustainable decision-making and support the development of an economically, environmentally, and socially responsible mining sector.

KEYWORDS: cost-benefit analysis; economic valuation; mining; net present value; real option valuation

ABSTRAK

Sektor pertambangan menjadi pilar strategis dalam pembangunan ekonomi nasional. Sektor ini memberikan multiplier effect terhadap kehidupan masyarakat namun juga membawa potensi dampak negatif terhadap lingkungan. Valuasi ekonomi sumber daya alam dan lingkungan diperlukan untuk menentukan nilai kuantitatif atas barang dan jasa yang dihasilkan. Tujuan dari penulisan paper ini adalah untuk menganalisis perbandingan penggunaan metode valuasi ekonomi dalam pengambilan kebijakan lingkungan di sektor pertambangan. Studi literatur dilakukan guna mencari referensi-referensi berupa jurnal yang dianggap relevan dengan tujuan penulisan. Metode valuasi ekonomi seperti Cost-Benefit Analysis (CBA), Real Option Valuation (ROV), dan Net Present Value (NPV) menjadi krusial dalam konteks pengambilan kebijakan di sektor pertambangan. Ketiga metode ini dapat digunakan secara bersamaan atau terpisah tergantung pada konteks dan karakteristik proyek. Pemerintah dan perusahaan pertambangan di Indonesia dapat memanfaatkan CBA untuk kebijakan umum, NPV untuk proyek dengan tingkat ketidakpastian rendah, dan ROV untuk proyek dengan tingkat ketidakpastian tinggi. Penggunaan metode yang tepat akan memberikan landasan yang kuat untuk pengambilan keputusan yang berkelanjutan dan mendukung perkembangan sektor pertambangan yang bertanggung jawab secara ekonomi, lingkungan, dan sosial.

KATAKUNCI: cost-benefit analysis; net present value; pertambangan; real option valuation; valuasi ekonomi

Cite This Article:

Yuniar, F. P. (2024). Metode valuasi ekonomi dalam pengambilan kebijakan lingkungan di sektor pertambangan, Business & Accounting Research, 1(2), 160-172. <https://doi.org/10.61511/jembar.v1i2.2024.504>

Copyright: © 2024 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



1. Pendahuluan

Pembangunan ekonomi bertujuan untuk meningkatkan taraf hidup masyarakat, yang diukur oleh pendapatan riil per kapita yang tinggi. Selain meningkatkan pendapatan nasional, pembangunan ekonomi juga bertujuan untuk meningkatkan produktivitas. Tingkat output saat ini dipengaruhi oleh banyak faktor. Ini termasuk jumlah sumber daya alam dan sumber daya manusia yang tersedia atau digunakan, tingkat teknologi, kondisi pasar, dan kerangka kehidupan ekonomi (sistem perekonomian), dan pandangan tentang output itu sendiri (Mailindra & Amali, 2017).

Fungsi sektor pertambangan sangat penting untuk memenuhi kebutuhan energi, menyediakan lapangan kerja, menghasilkan devisa untuk pembangunan, memenuhi kebutuhan industri dalam negeri, dan memberikan kesempatan berusaha bagi lingkungan sekitarnya. Akibatnya, pertumbuhan ekonomi negara sangat bergantung pada industri pertambangan. Pertambangan adalah salah satu sektor ekonomi yang sangat terkenal. Perusahaan yang terkenal akan memberikan lebih banyak informasi sosial daripada perusahaan yang tidak terkenal (Sudarma & Darmayanti, 2017).

Khususnya dalam hal aspek ekonomi, industri pertambangan memiliki potensi untuk memiliki dampak *multiplier* terhadap kehidupan masyarakat. Namun, selain dampak potensial positifnya, kegiatan pertambangan juga dapat berdampak buruk pada lingkungan. Perusahaan industri pertambangan harus mengambil tindakan yang tepat untuk menerapkan kaidah pertambangan yang baik-atau praktik pertambangan terbaik-sehingga mereka dapat menyeimbangkan kegiatan produksi dengan upaya perlindungan lingkungan (Pranoto *et al.*, 2019).

Sektor pertambangan memainkan peran penting dalam ekonomi dunia. Namun, pertambangan dikenal memiliki risiko tinggi dan potensi bahaya yang serius bagi karyawannya. Pekerja pertambangan sering menghadapi banyak masalah, termasuk kondisi kerja yang keras, kecelakaan fatal, penyakit terkait pekerjaan, dan efek jangka panjang terhadap kesehatan fisik dan mental. Oleh karena itu, untuk menjaga kehidupan dan kesejahteraan karyawan, sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja (K3) yang efektif sangat penting (Suherry & Susilawati, 2023).

Ekonomi lingkungan berfokus pada penentuan nilai atau harga sumber daya alam dan lingkungan, baik berdasarkan keuntungan maupun kerugian. Untuk melakukan ini, evaluasi ekonomi dilakukan (Setiawan & Noor, 2022). Valuasi ekonomi adalah upaya untuk memberikan nilai kuantitatif terhadap barang dan jasa yang dihasilkan oleh sumber daya alam (SDA) dan lingkungan, baik berdasarkan nilai pasar maupun nilai non pasar. Tujuan dari valuasi ekonomi adalah untuk menunjukkan hubungan antara konservasi SDA dan pembangunan ekonomi. Valuasi ekonomi juga dapat digunakan sebagai alat untuk meningkatkan rasa terima kasih dan kesadaran masyarakat terhadap lingkungan. Ada dua jenis barang dan jasa: barang dan jasa yang diperdagangkan (*traded goods*) dan barang dan jasa yang tidak diperdagangkan (*non-traded goods*). Untuk barang dan jasa yang diperdagangkan, bentuk fisiknya jelas dan memiliki nilai pasar (*market value*), sedangkan barang dan jasa yang berasal dari sumber daya alam dan lingkungan, seperti nilai rekreasi, merupakan nilai keindahan yang tidak dapat diperdagangkan dan sulit untuk diperoleh (Sudia, 2017).

Kegiatan pertambangan seringkali menimbulkan tantangan kompleks terkait pelestarian lingkungan dan pemanfaatan sumber daya alam yang berkelanjutan. Penggunaan metode valuasi ekonomi telah menjadi pendekatan yang mendasar dalam pengambilan kebijakan lingkungan di sektor pertambangan guna menghadapi dilema antara pengembangan ekonomi dan pelestarian lingkungan. Valuasi ekonomi bertujuan untuk memberikan nilai ekonomi kepada sumber daya yang digunakan sesuai dengan nilai yang nyata dari sudut pandang masyarakat. Perlu diketahui sejauh mana adanya bias antara harga yang terjadi dengan nilai riil yang seharusnya ditetapkan dari sumber daya yang digunakan tersebut dalam melakukan valuasi ekonomi. Tujuan utama dari valuasi ekonomi barang-barang dan jasa lingkungan (*environmental goods and services*) adalah agar dapat

menempatkan lingkungan sebagai komponen integral dari setiap ekonomi (Erfrissadona *et al.*, 2020).

Agar pengelolaan sumber daya alam dapat dilakukan dengan lebih komprehensif, evaluasi ekonomi diperlukan (Nafilah, 2020). Dalam kebijakan pembangunan, valuasi ekonomi untuk pengelolaan sumber daya alam dan lingkungan sangat penting. Dalam kasus di mana sumber daya alam tidak dapat dikembalikan seperti semula (irreversible), penurunan kualitas sumber daya alam dan lingkungan merupakan masalah ekonomi karena kapasitas sumber daya untuk menyediakan barang dan jasa juga semakin berkurang. Dalam memilih kebijakan pembangunan yang berkaitan dengan sumber daya alam dan lingkungan, evaluasi ekonomi diperlukan. Oleh karena itu, manfaat (manfaat) dan biaya (biaya) harus dihitung agar proses pengambilan keputusan dapat dilakukan dengan mempertimbangkan aspek keadilan. Tujuan valuasi ekonomi pada dasarnya adalah membantu pengambil keputusan untuk menduga efisiensi ekonomi (ekonomi) dari berbagai pemanfaatan yang mungkin dilakukan (Fitri, 2017).

2. Metode

Metode yang digunakan dalam penulisan paper ini adalah metode kualitatif dengan studi literatur. Studi literatur dilakukan guna mencari referensi-referensi berupa jurnal yang dianggap relevan dengan tujuan penulisan. Jurnal yang digunakan adalah jurnal yang membahas mengenai sektor pertambangan, bagaimana peran sektor tersebut dalam perekonomian global maupun perekonomian nasional; dampak positif dan negatif dari sektor pertambangan; definisi, tujuan, dan metode valuasi ekonomi. Selain itu, dalam penjelasan mengenai metode-metode valuasi ekonomi akan dilengkapi juga dengan *review* singkat mengenai jurnal-jurnal yang membahas penerapan metode tersebut dalam sektor pertambangan.

3. Hasil dan Diskusi

Metode valuasi ekonomi yang dapat digunakan dalam pengambilan kebijakan lingkungan di sektor pertambangan diantaranya *Cost-Benefit Analysis*, *Real Option Valuation*, dan *Net Present Value*.

1. Metode cost-benefit analysis (CBA)

Analisis manfaat biaya adalah analisis ekonomi yang digunakan untuk menilai penggunaan sumber daya ekonomi agar sumber daya ekonomi yang langka dapat digunakan dengan baik (Nuryadi *et al.*, 2014). *Cost Benefit Analysis* (CBA) adalah metode yang melakukan pendekatan secara sistematis untuk mendapatkan rekomendasi kebijakan yang memungkinkan analisis membandingkan dan menganjurkan suatu kebijakan dengan menghitung total biaya dalam bentuk uang dan total keuntungan dalam bentuk uang. *Cost Benefit Analysis* dapat digunakan sebagai alat pengambilan keputusan pada saat akan melakukan investasi teknologi informasi. Metode ini menggabungkan berbagai macam perhitungan sehingga para pengambil keputusan dapat lebih baik dalam memilih alternatif mana yang memberikan pengembalian yang maksimum dengan biaya yang minimum sesuai dengan perhitungan yang telah dilakukan dengan menggunakan CBA (Kinanthi *et al.*, 2017).

Jurnal yang berjudul "*a Framework for a Sustainable Approach to Mine Tailings Management: Disposal Strategies*" menggunakan pendekatan analisis biaya-manfaat atau analisis biaya-efektivitas untuk mengevaluasi strategi pengelolaan limbah tambang yang berkelanjutan. Selain itu, jurnal ini juga membahas tentang perhitungan biaya operasional, biaya penutupan tambang, dan dampak ekonomi dari penerapan strategi pengelolaan limbah tambang yang berbeda. Jurnal ini membahas tentang pengelolaan limbah tambang

yang berkelanjutan dengan mempertimbangkan aspek lingkungan, ekonomi, dan sosial. Jurnal ini memberikan kontribusi yang signifikan dalam pengembangan kerangka kerja pengelolaan limbah tambang yang berkelanjutan dan memberikan wawasan yang berguna bagi industri pertambangan dan masyarakat yang terkait. Penulis menjelaskan bahwa pengelolaan limbah tambang yang baik sangat penting untuk menjaga keberlanjutan industri pertambangan dan meminimalkan dampak negatifnya terhadap lingkungan dan masyarakat sekitar. Penulis dalam jurnal ini melakukan tinjauan terhadap beberapa kerangka kerja pengelolaan limbah tambang yang sudah ada seperti MCMPR, MCA, serta DITR dan mengusulkan kerangka kerja alternatif yang lebih terperinci dan komprehensif (Adiansyah *et al.*, 2015).

Kerangka kerja alternatif ini terdiri dari delapan langkah, yaitu karakterisasi geokimia, analisis karakteristik limbah tambang, analisis data laboratorium, perhitungan biaya, analisis dampak lingkungan, identifikasi regulasi, keterlibatan pemangku kepentingan, dan penilaian akhir. Penulis juga membahas tentang beberapa strategi pengelolaan limbah tambang yang berkelanjutan seperti penggunaan limbah pasta, limbah kental, dan filtrasi tekanan sabuk. Jurnal ini memberikan wawasan yang berguna bagi industri pertambangan dan masyarakat yang terkait dalam pengembangan kerangka kerja pengelolaan limbah tambang yang berkelanjutan. Namun, jurnal ini lebih bersifat konseptual dan tidak memberikan contoh kasus nyata dalam penerapannya. Oleh karena itu, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk menguji efektivitas kerangka kerja yang diusulkan dalam situasi nyata (Adiansyah *et al.*, 2015).

2. Metode real option valuation (ROV)

Metode *Real Option* merupakan pendekatan sistematis dan solusi terintegrasi yang menggabungkan teori finansial, analisis ekonomi, ilmu manajemen, teori keputusan, statistika, pemodelan ekonomi, dan teori opsi dalam melakukan penilaian terhadap aset non finansial dalam lingkungan bisnis yang dinamis dan memiliki ketidakpastian, dimana keputusan-keputusan bisnis bersifat fleksibel dalam konteks pengambilan keputusan investasi strategis dan dalam menilai kesempatan investasi serta pembiayaan modal. Metode *Real Option Valuation* memperhitungkan unsur ketidakpastian sehingga hasil yang diperoleh dapat lebih maksimal. Metode *Real Option Valuation* juga berguna dalam identifikasi pola atau jalur investasi korporasi yang berbeda atau proyek-proyek yang dijalankan dalam kondisi bisnis yang tidak pasti (Kietowibowo *et al.*, 2023).

Real Option Valuation nyata memberikan kesempatan bagi pengambil keputusan untuk mengidentifikasi dan memanfaatkan peluang yang muncul selama jangka waktu proyek. Metode ini dapat digunakan untuk membuat keputusan tentang meningkatkan nisbah kupas pada desain penambangan dengan mempertimbangkan perubahan harga jual sebagai risiko ekonominya. Tujuannya adalah untuk mengetahui apakah nisbah kupas yang tidak ekonomis dari *Discounted Cash Flow* (DCF) masih dapat ditambang untuk meningkatkan jumlah cadangan yang mendukung upaya konservasi pemerintah. Selain menghasilkan keuntungan bagi bisnis, peningkatan cadangan juga dapat meningkatkan pendapatan pemerintah melalui pajak, royalti, dan iuran tetap (Tua *et al.*, 2020).

Untuk mengevaluasi proyek pertambangan yang memiliki tingkat ketidakpastian eksogen yang tinggi, metode *Real Option* adalah pilihan yang tepat. *Real option* adalah modifikasi dari opsi keuangan yang digunakan pada pasar primer. Metode konvensional menganggap kemampuan pengambilan keputusan secara statis, sedangkan *Real Option* menganggap serangkaian pengambilan keputusan yang dinamis di masa depan, dengan manajemen dapat menyesuaikan diri dengan perubahan dalam lingkungan bisnis. *Real Option* memiliki lima parameter utama. Pertama, harga aset pokok, yaitu nilai aset keseluruhan yang terdiri dari biaya kapital dan keuntungan aliran kas; kedua, biaya kapital yang dibutuhkan untuk proyek, juga disebut harga strike dalam opsi real; dan ketiga, periode proyek, atau jangka waktu. Keempat, volatilitas total nilai (NPV), yaitu nilai yang menggambarkan risiko ekonomi dari perubahan harga jual. Kelima, laju pengembalian tanpa risiko dapat digunakan untuk membandingkan tingkat pengembalian yang diharapkan dengan tingkat pengembalian yang sebenarnya (Tua *et al.*, 2020).

Jurnal 1:

Metode valuasi ekonomi yang digunakan dalam jurnal yang berjudul “*Comparing Different Real Option Valuation Approaches as Applied to a Copper Mine*” adalah analisis opsi nyata dengan menggunakan distribusi probabilitas dari variabel yang tidak pasti untuk menghasilkan nilai opsi yang lebih akurat dan konservatif. Jurnal ini membahas tentang tantangan dalam menilai suatu opsi ketika aset yang mendasarinya adalah aset 'nyata' yang jarang diperdagangkan, seperti proyek pertambangan. Salah satu tantangannya adalah kompleksitas dan potensi bias dalam menentukan volatilitas arus kas operasionalnya. Jurnal ini juga membahas mengenai penggunaan model aliran kas dengan diskonto yang realistis untuk membandingkan hasil yang diperoleh dari berbagai pendekatan penilaian opsi nyata. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pendekatan analisis opsi nyata yang menggunakan distribusi probabilitas dari variabel yang tidak pasti menghasilkan nilai opsi yang lebih akurat dan konservatif (Guj & Chandra, 2019).

Jurnal 2:

Metode valuasi ekonomi yang digunakan dalam jurnal yang berjudul “*Real Options Decision Framework: Strategic Operating Policies for Open Pit Mine Planning*” adalah metode *Real Option Valuation* (ROV) yang menggabungkan pendekatan *Real Option Valuation* (ROV) dan metode *Discounted Cash Flow* (DCF) untuk menganalisis nilai proyek tambang dengan memperhitungkan opsi strategis seperti opsi penundaan dan perluasan. Jurnal ini membahas tentang pengembangan alat pengambilan keputusan dinamis untuk proyek perencanaan tambang terbuka. Jurnal ini mengusulkan kerangka keputusan yang disebut kerangka keputusan opsi nyata berdasarkan pendekatan opsi nyata dengan aplikasi praktis untuk proyek investasi pertambangan. Empat opsi operasi strategis yaitu opsi penundaan, opsi pemeliharaan, opsi perluasan, dan opsi penutupan diasumsikan untuk operasi penambangan. Jurnal ini mengilustrasikan kerangka kerja yang diusulkan dan mengembangkan metode untuk tambang emas. Metode *Discounted Cash Flow* (DCF) digunakan untuk menganalisis nilai proyek tanpa opsi. Pendekatan *Real Option Valuation* (ROV) dihitung untuk opsi penundaan dan perluasan (Inthavongsa *et al.*, 2016).

Metode pemodelan *System Dynamic* (SD) digunakan untuk menyelesaikan masalah opsi nyata dan simulasi peristiwa diskrit digunakan untuk mensimulasikan potensi nilai proyek. Hasil penelitian menunjukkan bahwa investor cenderung kehilangan peluang untuk berinvestasi jika mengandalkan aturan DCF-NPV tradisional yang menyarankan untuk menerima proyek hanya jika NPV lebih besar dari nol. Namun, hasil dari opsi nyata menunjukkan bahwa proyek memiliki nilai bagi investor dalam berbagai horizon waktu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sangat penting untuk menemukan waktu optimal untuk melaksanakan opsi strategis. Opsi strategis seperti opsi penundaan dapat menghasilkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan opsi tambang kasus dasar (DCF-NPV) karena risiko proyek dapat dihedging, sedangkan opsi perluasan juga dapat memberikan nilai tambahan bagi operator tambang. Namun, nilai tambahan tersebut hanya dapat ditangkap melalui fleksibilitas manajerial (Inthavongsa *et al.*, 2016).

Jurnal 3:

Metode valuasi ekonomi yang digunakan dalam jurnal yang berjudul “*Value Evaluation of Mining Right Based on Fuzzy Real Options*” adalah metode opsi nyata yang fuzzy. Model evaluasi nilai hak pertambangan dibangun berdasarkan opsi nyata yang fuzzy dan menggabungkannya dengan penelitian empiris untuk menghasilkan interval opsi jangka panjang yang mempertimbangkan karakteristik siklus pertambangan sumber daya mineral. Penilaian nilai hak pertambangan adalah kebutuhan dasar dan pilihan yang tak terhindarkan untuk mewujudkan alokasi optimal sumber daya mineral dan pengembangan pasar modal pertambangan. Namun, metode teoritis yang relevan belum sempurna (Yang *et al.*, 2022).

Metode *Discounted Cash Flow* (DCF) yang ada memiliki masalah mengabaikan ketidakpastian dan kaku dalam pengambilan keputusan dalam penilaian nilai hak

pertambahan. Metode opsi nyata adalah metode manajemen yang sesuai untuk mengatasi ketidakpastian besar dan meningkatkan fleksibilitas pengambilan keputusan. Dalam penelitian ini, dengan membangun model evaluasi nilai hak pertambangan berdasarkan opsi nyata yang fuzzy dan menggabungkannya dengan penelitian empiris, hasil evaluasi dioptimalkan menjadi interval opsi jangka panjang yang mempertimbangkan karakteristik siklus pertambangan sumber daya mineral. Rentang ini mencakup nilai evaluasi metode DCF dan juga lebih terkonsentrasi dibandingkan dengan siklus pertambangan sumber daya mineral yang pendek yang mengabaikan rentang interval opsi jangka panjang yang memverifikasi keterjangkauan model ini secara empiris. Model ini tidak hanya bermanfaat bagi kegiatan pengambilan keputusan yang fleksibel, tetapi juga secara teoritis menyelesaikan kekurangan metode DCF yang ada dalam penilaian penggunaan hak pertambangan sehingga hasil penilaian lebih adil dan lebih ketat dengan operasionalitas dan aplikabilitas yang kuat. Model ini memperkaya dan mengembangkan metode teoritis untuk mengevaluasi nilai hak pertambangan (Yang *et al.*, 2022).

Metode opsi nyata dapat meningkatkan fleksibilitas pengambilan keputusan dalam penilaian nilai hak pertambangan dengan memperhitungkan karakteristik siklus pertambangan sumber daya mineral dalam jangka panjang. Model evaluasi nilai hak pertambangan berdasarkan opsi nyata yang fuzzy memungkinkan manajer untuk mengidentifikasi dampak dari perubahan harga aset dasar, harga pelaksanaan, dan volatilitas terhadap nilai hak pertambangan. Hal ini memungkinkan manajer untuk membuat keputusan yang lebih efektif dan meningkatkan nilai hak pertambangan dengan memperbaiki profitabilitas sumber daya mineral dan mengurangi biaya pertambangan (Yang *et al.*, 2022).

Jurnal 4:

Metode valuasi ekonomi yang digunakan dalam jurnal yang berjudul "*The Real Option Value of Mining Operations using Mean-Reverting Commodity Prices*" adalah metode opsi nyata yang menggabungkan nilai intrinsik proyek dengan nilai opsi yang tertanam di dalam proyek. Metode ini diterapkan pada proyek-proyek pertambangan untuk menilai nilainya dengan mempertimbangkan ketidakpastian dan fleksibilitas operasional. Metode ini membantu dalam pengambilan keputusan manajerial seperti memulai penambangan, memperluas atau mengontrak tingkat produksi, serta menghentikan kegiatan penambangan. Metode opsi nyata mengatasi ketidakpastian dalam harga komoditas dan biaya operasional yang seringkali menyebabkan nilai proyek pertambangan di bawah nilai yang sebenarnya (Zhang *et al.*, 2015).

Penelitian ini menggunakan proses *mean-reverting* untuk memodelkan harga komoditas yang dianggap lebih relevan dalam ekonomi komoditas dibandingkan dengan proses *Geometric Brownian motion* yang umum digunakan. Penelitian ini menunjukkan bahwa nilai fleksibilitas signifikan dan mencapai puncaknya ketika biaya penambangan sama dengan harga spot dan ambang batas harga eksekusi meningkat seiring dengan meningkatnya biaya rata-rata dan probabilitas pelaksanaan opsi. Penelitian ini membahas tentang penilaian proyek pertambangan menggunakan metode nilai opsi nyata yang menggabungkan nilai opsi yang terkandung dalam proyek dengan nilai intrinsiknya. Metode tradisional seperti *Discounted Cash Flow* (DCF) seringkali gagal mengatasi ketidakpastian dan fleksibilitas operasional yang ada dalam proyek pertambangan. Metode nilai opsi nyata membantu dalam menilai nilai proyek pertambangan secara realistis dan memberikan strategi pengelolaan kegiatan pertambangan (Zhang *et al.*, 2015).

Jurnal 5

Metode valuasi ekonomi yang digunakan dalam jurnal yang berjudul "*Real Options in Metal Mining Project Valuation: Review of Literature*" mencakup pendekatan valuasi opsi nyata dan pendekatan berbasis biaya. Beberapa metode yang dibahas meliputi pendekatan NPV yang diperluas, pendekatan berbasis biaya, dan pendekatan pasar. Selain itu, terdapat juga pembahasan mengenai penggunaan estimasi aliran kas manajerial subjektif untuk menilai proyek R&D pada tahap awal. Jurnal ini merupakan tinjauan literatur mengenai

analisis opsi nyata (*real options*) dalam konteks investasi pertambangan logam. Opsi nyata semakin penting dalam pertambangan logam karena meningkatnya ketidakpastian pasar dan kompleksitas proyek-proyek baru (Savolainen, 2016).

Tujuan utama dari metode valuasi opsi nyata yang diterapkan pada analisis proyek adalah untuk melindungi dan meningkatkan tingkat pengembalian ekonomi yang diharapkan. Tinjauan literatur ini disusun berdasarkan pendekatan valuasi yang digunakan dan jenis opsi nyata yang dipelajari. Perbedaan antara opsi nyata "pada proyek" dan "dalam proyek" dibahas dalam jurnal ini. Opsi nyata dapat meningkatkan tingkat pengembalian ekonomi dalam investasi pertambangan logam dengan memberikan fleksibilitas manajemen yang penting dalam industri pertambangan logam. Opsi nyata dapat digunakan untuk meningkatkan pengembalian aset atau melindungi pengembalian aset saat terjadi peristiwa negatif. Di industri pertambangan logam, di mana faktor nilai utama proyek seperti harga komoditas dan nilai tukar dapat mengalami volatilitas tinggi, fleksibilitas manajemen ini menjadi sangat penting (Savolainen, 2016).

3. Metode net present value (NPV)

Net Present Value (NPV) merupakan metode valuasi ekonomi yang memerhatikan nilai waktu terhadap uang. Metode perhitungan NPV menggunakan suku bunga diskonto yang akan mempengaruhi aliran kas (*cash inflow*). NPV menganggap aliran kas di masa yang akan datang dapat diprediksi, meski hal tersebut sebenarnya cukup sulit dilakukan. Optimasi NPV yang melibatkan aliran kas terdiskonto (Sasongko & Adhitya, 2022). Metode *Net Present Value* (NPV) merupakan metode yang dilakukan dengan cara membandingkan nilai sekarang dari aliran kas masuk bersih (*proceeds*) dengan nilai sekarang dari biaya pengeluaran suatu investasi (*outlays*). Oleh karena itu, untuk melakukan perhitungan kelayakan investasi dengan metode NPV diperlukan data aliran kas keluar awal (*initial cash outflow*), aliran kas masuk bersih di masa yang akan datang (*future net cash inflows*), dan *rate of return* minimum yang diinginkan (Abuk & Rumbino, 2020).

Net Present Value (NPV) juga diartikan sebagai selisih suatu pengeluaran dan pemasukan yang telah diperkirakan di masa depan, tetapi didiskon pada saat ini menggunakan *opportunity cost of capital* sebagai faktor diskonnya sehingga NPV dapat digunakan sebagai alat pertimbangan untuk menentukan keputusan guna menjalankan bisnis atau investasi tersebut. Arus kas dalam analisis NPV didiskontokan karena dua alasan utama, yaitu untuk menyesuaikan risiko peluang investasi dan untuk memperhitungkan nilai waktu uang/*Time Value of Money* (TVM). Menentukan nilai dalam sebuah investasi itu sangatlah sulit, di samping risiko yang sangat besar karena semua yang dilakukan adalah asumsi juga karena nilai uang pun dapat turun dari waktu ke waktu, dengan kata lain uang yang didapat sekarang sangat berharga jika dibandingkan dengan masa depan, dengan jumlah yang sama uang tersebut akan berkurang nilainya walaupun jumlahnya sama. Oleh karena itu, harus dilakukan diskon nilai uang sekarang untuk estimasi nilai uang di masa yang akan datang. Diskonto sangatlah penting dalam metode NPV ini. Poin pertama (menyesuaikan risiko) diperlukan karena tidak semua bisnis, proyek, atau peluang investasi memiliki tingkat risiko yang sama. Tingkat diskonto lebih tinggi untuk investasi berisiko dan lebih rendah untuk investasi yang lebih aman untuk memperhitungkan risiko. Poin kedua (untuk memperhitungkan nilai waktu uang) diperlukan karena inflasi, tingkat suku bunga, dan biaya peluang uang menjadi lebih berharga semakin cepat diterima (Al Farisi & Syifa, 2021).

Analisis *Net Present Value* digunakan untuk mengetahui apakah proyek baru dapat dilaksanakan dan memberi keuntungan untuk perusahaan. Suatu proyek dikatakan layak apabila *Net Present Value* lebih besar daripada nol atau bernilai positif. *Net Present Value* merupakan nilai kini dari keuntungan bersih yang akan diperoleh di masa yang akan datang. Analisis *Net Present Value* digunakan untuk mengetahui apakah proyek baru dapat dilaksanakan dan memberi keuntungan untuk perusahaan (Saputri *et al.*, 2021). Semua arus kas yang masuk setiap tahunnya dihitung secara tahun per tahun lalu setelahnya totalnya untuk mendapatkan nilai NPV, setelah itu dikurangi dengan biaya investasi (Al Farisi & Syifa, 2021). Kriteria perhitungan *Net Present Value* adalah sebagai berikut: a) jika nilai *Net*

Present Value > 0, maka usaha tersebut layak untuk dijalankan. b) jika nilai *Net Present Value* < 0, maka usaha tersebut tidak layak untuk dijalankan. c) jika nilai *Net Present Value* = 0, maka usaha tersebut mampu mengembalikan modal (Saputri *et al.*, 2021).

Metode valuasi ekonomi yang digunakan dalam jurnal yang berjudul "*a Mathematical Programming Model for Optimal Cut-Off Grade Policy in Open Pit Mining Operations with Multiple Processing Streams*" adalah *Net Present Value* (NPV). NPV digunakan untuk memaksimalkan nilai diskon dari arus kas yang dihasilkan selama masa operasi tambang. Metode ini mempertimbangkan biaya produksi, harga logam, kapasitas penambangan, pengolahan, dan pemurnian. Jurnal ini membahas pengembangan model pemrograman matematis berbasis *mixed integer linear programming* (MILP) untuk memperoleh kebijakan *cut-off grade* yang optimal dalam operasi pertambangan terbuka dengan *multiple processing streams*. Jurnal ini memberikan kontribusi yang signifikan dalam pengembangan pendekatan pemodelan untuk optimisasi kebijakan *cut-off grade* pada tambang terbuka dengan *multiple processing streams*. Model yang diusulkan mampu memaksimalkan *Net Present Value* (NPV) dan mempertimbangkan kapasitas penambangan, pengolahan, dan pemurnian. Kontribusi ini memiliki potensi untuk memberikan manfaat bagi studi kelayakan masa depan, pengambilan keputusan strategis, dan investasi dalam industri sumber daya mineral (Khan & Asad, 2020).

Jurnal ini juga melakukan perbandingan kinerja model yang diusulkan dengan pendekatan tradisional yang umumnya digunakan dalam industri pertambangan, seperti pendekatan Lane. Hasil perbandingan menunjukkan bahwa model yang diusulkan mampu memberikan NPV yang relatif lebih tinggi dibandingkan dengan pendekatan tradisional. Hal ini menunjukkan keunggulan dan nilai tambah dari model ini. Penerapan model pada data hipotetis dan realistis menunjukkan bahwa model ini memiliki potensi untuk memberikan hasil yang lebih baik dalam konteks kebijakan *cut-off grade* pada operasi pertambangan terbuka. Hal ini menunjukkan relevansi dan nilai dari model dalam situasi dunia nyata (Khan & Asad, 2020).

4. Analisis perbandingan metode CBA, ROV, dan NPV

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan yaitu dengan membandingkan metode valuasi ekonomi yang dapat digunakan dalam pengambilan kebijakan lingkungan pada sektor pertambangan, diketahui bahwa metode-metode tersebut memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing. Kelebihan dari metode *Cost-Benefit Analysis* (CBA) adalah metode ini memberikan pendekatan yang sistematis dalam mengevaluasi kebijakan atau investasi dengan membandingkan total biaya dan keuntungan dalam bentuk uang serta cocok digunakan sebagai alat dalam pengambilan keputusan terutama dalam investasi teknologi informasi. Kekurangan dari metode ini adalah CBA cenderung menyederhanakan kompleksitas kebijakan atau proyek dan beberapa aspek seperti dampak sosial dan lingkungan mungkin kurang tercakup secara mendalam serta metode ini tidak selalu memperhitungkan aspek waktu yang dapat menjadi kelemahan terutama dalam konteks proyek jangka panjang.

Kelebihan dari metode *Real Option Valuation* adalah metode ini memungkinkan manajer untuk membuat dan memanfaatkan peluang yang muncul selama umur proyek dan memberikan fleksibilitas dalam pengambilan keputusan serta cocok untuk mengevaluasi proyek dengan tingkat ketidakpastian yang tinggi karena memperhitungkan fluktuasi harga dan risiko ekonomi. Kekurangan dari metode ini adalah ROV cenderung lebih kompleks dalam penerapannya dan membutuhkan data yang lebih rinci terutama dalam mengidentifikasi parameter seperti volatilitas NPV sehingga beberapa pihak mungkin sulit memahami dan menerapkan metode ini. Kelebihan dari metode *Net Present Value* (NPV) adalah metode ini memperhitungkan nilai waktu uang dengan menghitung nilai sekarang dari aliran kas di masa depan serta menyediakan kriteria keputusan yang jelas, di mana proyek dianggap layak jika NPV positif. Kekurangan dari metode NPV adalah metode ini tidak selalu mempertimbangkan fleksibilitas dan opsi strategis seperti yang dilakukan oleh metode ROV. NPV dapat dipengaruhi secara signifikan oleh tingkat diskonto yang digunakan yang dapat bervariasi tergantung pada suku bunga pasar.

Berdasarkan aspek ketidakpastian, CBA lebih bersifat deterministik sementara ROV memperhitungkan ketidakpastian dan fleksibilitas. NPV mempertimbangkan tingkat diskonto yang mencerminkan tingkat ketidakpastian tetapi tidak sefleksibel ROV. Berdasarkan aspek fleksibilitas keputusan, ROV memberikan fleksibilitas tinggi dalam pengambilan keputusan dibandingkan dengan CBA dan NPV. Metode NPV memberikan kriteria keputusan yang jelas tetapi kurang dalam hal fleksibilitas strategis. Berdasarkan aspek lingkungan dan sosial, CBA dapat mencakup aspek lingkungan dan sosial tergantung pada perhitungannya. Metode ROV dan NPV fokus pada aspek finansial dan perlu dilakukan pengembangan terpisah untuk memperhitungkan aspek non-finansial. Berdasarkan perbandingan-perbandingan tersebut dapat disimpulkan bahwa ROV mungkin lebih sesuai untuk proyek dengan tingkat ketidakpastian tinggi dan kebijakan fleksibel; CBA dapat memberikan gambaran yang lebih lengkap untuk kebijakan atau investasi dengan dampak sosial dan lingkungan yang signifikan; NPV tetap menjadi alat yang kuat untuk evaluasi proyek dengan tingkat ketidakpastian yang lebih rendah dan keputusan yang lebih terstruktur.

5. Implikasi dan penerapan metode CBA, ROV, dan NPV di Indonesia

Indonesia sebagai salah satu negara dengan jumlah penduduk terbesar di dunia memiliki aktivitas perekonomian yang cukup tinggi. Perekonomian nasional yang tercermin dari angka pertumbuhan ekonomi menunjukkan kondisi yang cukup kuat sebagai fundamental perekonomian (Mailindra & Amali, 2017). Sektor pertambangan telah memberikan kontribusi yang dinilai cukup besar bagi penerimaan negara dan menjadi penopang devisa ekspor yang penting disaat neraca perdagangan kita mengalami defisit (Setianingsih & Husodo, 2022).

Indonesia memiliki sumber daya alam dan sumber daya manusia yang sama kayanya. Sumber daya alam tersebar di seluruh wilayah Indonesia. Kekayaan yang paling menjanjikan untuk dikelola diantara semua kekayaan alam yang tersedia berada di sektor pertambangan (Susanto & Setyowati, 2021). Pasal 33 Undang-Undang Dasar (UUD) 1945 mengamanatkan bahwa bumi dan air serta kekayaan alam yang terkandung di dalamnya dikuasai oleh negara dan dipergunakan untuk sebesar-besar kemakmuran rakyat. Amanat UUD 1945 ini merupakan landasan pembangunan pertambangan untuk memanfaatkan potensi kekayaan sumber daya alam yang dimiliki secara optimal dalam mendukung pembangunan nasional yang berkelanjutan.

Menurut Undang-Undang Nomor 4 tahun 2009 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara, pertambangan adalah salah satu atau semua tahapan kegiatan penelitian, pengelolaan, dan pengusahaan mineral atau batubara, termasuk penyelidikan umum, eksplorasi, studi kelayakan, konstruksi, penambangan, pengolahan dan pemurnian, pengangkutan dan penjualan, serta kegiatan setelah penambangan. Pertambangan adalah kumpulan tindakan yang melibatkan pencarian, penambangan (penggalian), pengolahan, pemanfaatan, dan penjualan bahan galian, seperti mineral, batubara, panas bumi, migas, dan sebagainya. Banyak daerah di Indonesia bergantung pada pertambangan sebagai sumber pendapatan mereka (Pranoto *et al.*, 2019).

Metode *Cost-Benefit Analysis* (CBA) dapat digunakan sebagai alat pengambilan keputusan untuk investasi teknologi informasi di Indonesia serta memberikan landasan sistematis untuk mengevaluasi kebijakan dan proyek dengan mempertimbangkan total biaya dan total keuntungan. Pemerintah dapat menggunakan CBA untuk mengevaluasi proyek-proyek infrastruktur, teknologi, atau sosial. Perusahaan dapat menerapkan CBA dalam pengambilan keputusan investasi terutama dalam pengembangan teknologi informasi. Metode *Real Option Valuation* (ROV) cocok untuk mengevaluasi proyek pertambangan dengan ketidakpastian tinggi serta mengakui fleksibilitas dalam pengambilan keputusan di masa depan. Pemerintah dan perusahaan pertambangan di Indonesia dapat menggunakan metode *Real Option* untuk menilai proyek pertambangan dengan mempertimbangkan fluktuasi harga komoditas serta memungkinkan peningkatan nilai tambahan melalui manajemen fleksibilitas operasional.

Metode *Net Present Value* (NPV) memperhitungkan nilai waktu uang dan nilai waktu terhadap uang serta menentukan layak atau tidaknya suatu proyek berdasarkan nilai sekarang dari aliran kas bersih. Metode NPV dapat digunakan oleh pemerintah dan perusahaan di Indonesia untuk menilai kelayakan investasi. Pemilihan proyek infrastruktur, pertambangan, atau teknologi dapat didasarkan pada perhitungan NPV. Metode-metode valuasi ekonomi tersebut dapat memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan proyek-proyek di Indonesia terutama di sektor pertambangan dan teknologi informasi. Penerapan yang tepat dan akurat dari metode-metode ini dapat membantu pemerintah dan perusahaan dalam mengambil keputusan yang lebih baik, mengelola risiko, dan meningkatkan nilai tambah dari investasi mereka.

4. Kesimpulan

Berdasarkan penjelasan yang telah diuraikan sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa metode valuasi ekonomi yang umum digunakan dalam sektor pertambangan diantaranya *Cost-Benefit Analysis* (CBA), *Real Option Valuation* (ROV), dan *Net Present Value* (NPV). Metode CBA memberikan pendekatan sistematis untuk mengevaluasi investasi dengan membandingkan total biaya dan keuntungan dalam bentuk uang, sementara ROV memberikan fleksibilitas tinggi dalam pengambilan keputusan dengan memperhitungkan ketidakpastian dan fluktuasi harga. Metode NPV dengan mempertimbangkan nilai waktu uang, memberikan kriteria keputusan yang jelas. Meskipun CBA mencakup aspek lingkungan dan sosial, ROV dan NPV lebih fokus pada aspek finansial. Sektor pertambangan di Indonesia memiliki peran penting dalam kontribusi perekonomian dan pemerintah dapat menggunakan metode CBA untuk evaluasi investasi, sementara perusahaan dapat memanfaatkan ROV dan NPV dalam pengambilan keputusan investasi.

Ucapan Terima kasih

Terima kasih kepada reviewer dan tim IASSSF sudah mendukung proses penulisan artikel.

Kontribusi Penulis:

Penulis melakukan semua proses penulisan artikel dari awal hingga akhir penelitian.

Pendanaan:

Penelitian ini tidak menerima pendanaan eksternal.

Pernyataan Dewan Kaji Etik:

Tidak berlaku

Pernyataan Persetujuan Atas Dasar Informasi:

Tidak berlaku

Pernyataan Ketersediaan Data:

Tidak berlaku

Konflik Kepentingan:

Para penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan.

Open Access

©2024. Artikel ini dilisensikan di bawah Lisensi Internasional Creative Commons Attribution 4.0, yang mengizinkan penggunaan, berbagi, adaptasi, distribusi, dan reproduksi dalam media atau format apa pun. selama Anda memberikan kredit yang sesuai kepada penulis asli dan sumbernya, berikan tautan ke lisensi Creative Commons, dan tunjukkan jika ada perubahan. Gambar atau materi pihak ketiga lainnya dalam artikel ini termasuk dalam lisensi Creative Commons artikel tersebut, kecuali dinyatakan lain dalam batas kredit materi tersebut. Jika materi tidak termasuk dalam lisensi Creative Commons artikel dan tujuan penggunaan Anda tidak diizinkan oleh peraturan perundang-undangan atau melebihi penggunaan yang diizinkan, Anda harus mendapatkan izin langsung dari pemegang hak cipta. Untuk melihat salinan lisensi ini, kunjungi: <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Referensi

- Abuk, G. M., & Rumbino, Y. (2020). Analisis Kelayakan Ekonomi Menggunakan Metode *Net Present Value* (NPV), Metode *Internal Rate of Return* (IRR), *Payback Period* (PBP) pada Unit *Stone Crusher* di CV. X Kab. Kupang Prov. NTT. *Jurnal Ilmiah Teknologi FST Undana*, 14(2), 68–75. https://ejurnal.undana.ac.id/index.php/jurnal_teknologi/article/view/3254/2135
- Adiansyah, J. S., Rosano, M., Vink, S., & Keir, G. (2015). A Framework for a Sustainable Approach to Mine Tailings Management: Disposal Strategies. *Journal of Cleaner Production*, 108, 1050–1062. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.07.139>
- Al Farisi, M. F., & Syifa, Y. A. (2021). Perencanaan Pembuatan Aplikasi Mobile Revalcon Sampit Menggunakan Metode *Net Present Value*. *Jurnal Sistem Komputer dan Informatika*, 2(2), 123–128. <http://dx.doi.org/10.30865/json.v2i2.2660>
- Erfrissadona, Y., Sulistyowati, L., & Setiawan, I. (2020). Valuasi Ekonomi Lingkungan Akibat Alih Fungsi Lahan Pertanian (Studi Kasus di Kota Tasikmalaya, Jawa Barat). *Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian*, 13(1), 1–15. <https://doi.org/10.19184/jsep.v13i1.15784>
- Fitri, D. R. K. (2017). Valuasi Ekonomi Sumber Daya Alam dan Lingkungan. *Proceeding IAIN Batusangkar*, 1(1), 125–134. <https://ojs.iainbatusangkar.ac.id/ojs/index.php/proceedings/article/view/774/722>
- Guj, P., & Chandra, A. (2019). Comparing Different Real Option Valuation Approaches as Applied to a Copper Mine. *Resources Policy*, 61, 180–189. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2019.01.020>
- Inthavongsa, I., Drebenstedt, C., Bongaerts, J., & Sontamino, P. (2016). Real Options Decision Framework: Strategic Operating Policies for Open Pit Mine Planning. *Resources Policy*, 47, 142–153. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2016.01.009>
- Khan, A., & Asad, M. W. A. (2020). A Mathematical Programming Model for Optimal Cut-Off Grade Policy in Open Pit Mining Operations with Multiple Processing Streams. *International Journal of Mining, Reclamation and Environment*, 34(3), 149–158. <https://doi.org/10.1080/17480930.2018.1532865>
- Kietowibowo, J., Setiadi, M., & Pranoto, W. A. (2023). Analisis Kelayakan Investasi Pembangunan Kantor untuk Perusahaan Batu Alam dengan Metode *Real Option Valuation*. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 6(2), 529–544. <https://doi.org/10.24912/jmts.v6i2.23315>
- Kinanthi, R. A., Sholiq, & Astuti, H. M. (2017). Analisis Kelayakan Investasi Sistem Informasi Pendistribusian Produk Menggunakan Metode *Cost Benefit Analysis* pada PT. Guna Atmaja Jaya. *Jurnal Teknik ITS*, 6(2), 1–3. <http://dx.doi.org/10.12962/j23373539.v6i2.23351>
- Mailindra, W., & Amali, M. (2017). Analisis Sektor Potensial Kabupaten Tanjung Jabung

- Timur. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 17(2), 134–145. <http://dx.doi.org/10.33087/jiubj.v17i2.366>
- Nafilah, A. D. (2020). Valuasi Ekonomi Sumber Daya Perikanan Pantai Wonokerto Kabupaten Pekalongan. *Jurnal Ilmiah Bidang Keuangan Negara*, 5(6), 1–65. <https://doi.org/10.31092/jaa.v1i1.1063>
- Nuryadi, Herawati, Y. T., & Triswardhani, R. (2014). *Cost Benefit Analysis* antara Pembelian Alat CT-SCAN dengan Alat *Laser Dioda Photocoagulator* di RSD Balung Jember. *Jurnal IKESMA*, 10(1), 49–58. https://repository.unej.ac.id/bitstream/handle/123456789/57378/RAFIDATRISWARDHANI%20-%2020092110101028_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Pranoto, K., Pahilda, W. R., Abfertawan, M. S., Elistyandari, A., & Sutikno, A. (2019). Teknologi Lumpur Aktif dalam Pengolahan Air Limbah Pemukiman Karyawan dan Perkantoran PT Kaltim Prima Coal. *Indonesian Mining Professionas Journal*, 1(1), 61–66. <https://www.prosiding.perhapi.or.id/index.php/prosiding/article/view/111/180>
- Saputri, K. D., Adel, J. F., & Ratih, A. E. (2021). Analisis Kelayakan Usaha Menggunakan Metode *Net Present Value*, *Payback Period*, dan *Revenue Cost Ratio* pada Usaha Perikanan Menggunakan Alat Tangkap Kelong Apung di Desa Pengudang Kecamatan Teluk Sebong Kabupaten Bintan. *Soj Umrah*, 2(2), 635–642. <http://repositori.umrah.ac.id/id/eprint/2148>
- Sasongko, W., & Adhitya, R. D. (2022). Optimasi Valuasi Ekonomi Endapan Nikel Laterit Memperhitungkan Biaya Lingkungan. *Makalah ilmiah*, 17(1), 27–39. <https://doi.org/10.47599/bsdg.v17i1.346>
- Savolainen, J. (2016). Real Options in Metal Mining Project Valuation: Review of Literature. *Resources Policy*, 50, 49–65. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2016.08.007>
- Setianingsih, P., & Husodo, M. B. (2022). Investasi dan Analisis Kelayakan Ekonomi Pertambangan Terbuka Batubara PT Gerbang Daya Mandiri di Kalimantan Timur. *Sebatik*, 26(2), 573–581. <https://doi.org/10.46984/sebatik.v26i2.2004>
- Setiawan, D., & Noor, A. (2022). Valuasi Ekonomi Limbah. *INOVASI: Jurnal Ekonomi, Keuangan, dan Manajemen*, 18(1), 196–207. <https://journal.feb.unmul.ac.id/index.php/INOVASI/article/view/10870>
- Sudarma, I. K. G. A. M., & Darmayanti, N. P. A. (2017). Pengaruh CSR, Kepemilikan Manajerial dan Profitabilitas Terhadap Nilai Perusahaan Sektor Pertambangan pada Indeks Kompas 100. *E-Jurnal Manajemen Unud*, 6(4), 1906–1932. <https://ojs.unud.ac.id/index.php/manajemen/article/download/28212/18226>
- Sudia, B. L. (2017). Valuasi Ekonomi Jasa Lingkungan Obyek Wisata Alam *Tracking Mangrove Bungkutoko Kota Kendari*. *Jurnal Ecogreen*, 3(1), 41–47. <https://ojs.uho.ac.id/index.php/green/article/view/2765/2062>
- Suherry, K., & Susilawati. (2023). Analisis Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja Karyawan di Pertambangan. *ARRAZI: Scientific Journal of Health*, 1(1), 63–73. <https://journal.csspublishing.com/index.php/arrazi/article/view/246/156>
- Susanto, I., & Setyowati, I. (2021). Pengaruh *Net Profit Margin* dan *Return on Asset* Terhadap *Financial Distress* Perusahaan Sektor Pertambangan Batubara yang Terdaftar di Bei Periode 2014–2018. *Jurnal Pajak Vokasi (JUPASI)*, 2(2), 78–84. <https://doi.org/10.31334/jupasi.v2i2.1432.g750>
- Tua, D. P., Wibowo, A. P., & Rosyid, F. A. (2020). Evaluasi Cadangan Batubara dengan Mempertimbangkan *Option Value*. *Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara*, 16(3), 139–147. <http://dx.doi.org/10.30556/jtmb.Vol16.No3.2020.1093>
- Yang, W., Fang, N., Wang, Y., Long, T., Deng, S., Xue, M., & Deng, B. (2022). Value Evaluation of Mining Right Based on Fuzzy Real Options. *Resources Policy*, 78, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2022.102818>
- Zhang, K., Nieto, A., & Kleit, A. N. (2015). The Real Option Value of Mining Operations using Mean-Reverting Commodity Prices. *Mineral Economics*, 28, 11–22. <https://doi.org/10.1007/s13563-014-0048-6>

Biografi Penulis

FARCHANI PUTRI YUNIAR, Program Studi Ilmu Lingkungan, Sekolah Ilmu Lingkungan, Indonesia.

- Email: farchani.putri@ui.ac.id
- ORCID: -
- Web of Science ResearcherID: -
- Scopus Author ID: -
- Homepage: -